

## Programmable echo eliminating filter

Publication number: CN1347204

Publication date: 2002-05-01

Inventor: DIKIANDOMINIKO ANTHONINO (DE); PESLER PETER (DE); FLEISCHHACKEL CHRISTIAN (DE)

Applicant: INFINEON TECHNOLOGIES AG (DE)

Classification:

- International: **H04B3/23**; H04B3/23; (IPC1-7): H04B3/20; H04B1/00; H04B1/58

- european: H04B3/23

Application number: CN20011036359 20011011

Priority number(s): DE20001050336 20001011

Also published as:

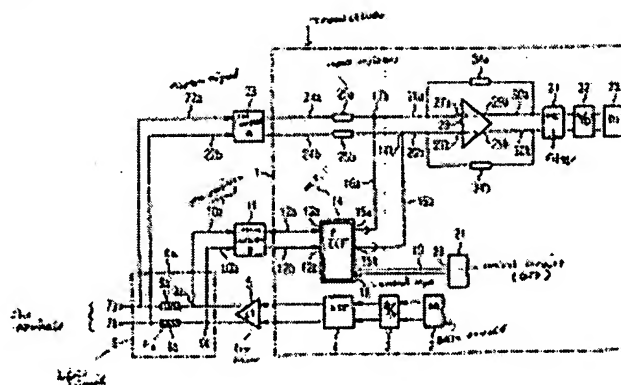
US 6845252 (B2)  
US 2002119753 (A1)  
DE 10050336 (C1)  
CN12 18505C (C)

[Report a data error here](#)

Abstract not available for CN1347204

Abstract of corresponding document: **US2002119753**

Programmable echo cancellation filter for echo signal cancellation for a transceiver having a signal input (13) for receiving the transmission signal emitted by the transceiver (1), an input resistor (36) connected to the signal input (13), an operational amplifier (39), whose signal input (38) is connected to the input resistor (36) and whose signal output (41) is connected to an output resistor (43), a first programmable resistor circuit (48), which is provided between the signal output (41) of the operational amplifier (39) and the signal input (38) of the operational amplifier, a second programmable resistor circuit (51), which is provided between the output resistor (43) and a signal output (15) of the echo cancellation filter (14), a third programmable resistor circuit (55), which is provided between the first programmable resistor circuit (48) and the signal output (15) of the echo cancellation filter (14), the programmable resistor circuits (48, 51, 55) each having a plurality of resistors (65) which are terminated in parallel and are connected to a first terminal (68) of an associated controllable switch (66), the controllable switches (66) having a second terminal (69) connected to a virtual reference voltage terminal with a very low voltage swing.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl<sup>7</sup>

H04B 3/20

H04B 1/00 H04B 1/58

## [12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 01136359.2

[43] 公开日 2002 年 5 月 1 日

[11] 公开号 CN 1347204A

[22] 申请日 2001.10.11 [21] 申请号 01136359.2

[30] 优先权

[32] 2000.10.11 [33] DE [31] 10050336.5

[71] 申请人 印芬龙科技股份有限公司

地址 联邦德国慕尼黑

[72] 发明人 安东尼诺·迪基安多米尼科

彼得·佩斯勒

克里斯蒂安·弗莱施哈克尔

[74] 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司

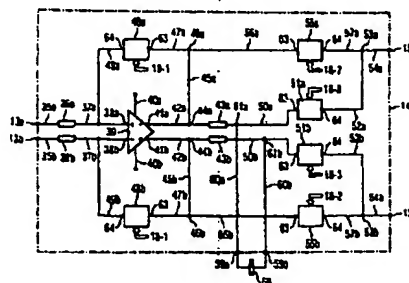
代理人 戎志敏

权利要求书 2 页 说明书 9 页 附图页数 4 页

[54] 发明名称 可编程回波消除滤波器

[57] 摘要

用于收发机回波信号消除的可编程回波消除滤波器,具有:信号输入端(13),用于接收由收发机(1)发送的传输信号;输入电阻器(36)被连接至信号输入端(13);运算放大器(39),它的信号输入端(38)被连接至输入电阻器(36),它的信号输出端(41)被连接至一个输出电阻器(43);第一可编程电阻器电路(48),它被提供在运算放大器(39)的信号输出端(41)和运算放大器的信号输入端(38)之间;第二可编程电阻器电路(51),它被提供在输出电阻器(43)和回波消除滤波器(14)的一个信号输出端(15)之间;第三可编程电阻器电路(55),它被提供在第一可编程电阻器电路(48)和回波消除滤波器(14)的信号输出端(15)之间。



ISSN 1008-4274

## 权 利 要 求 书

1. 一种用于收发机回波信号消除的可编程回波消除滤波器，包括：
  - 5 (a) 信号输入端 (13)，用于接收由收发机 (1) 发送的传输信号；
  - (b) 输入电阻器 (36)，被连接至信号输入端 (13)；
  - (c) 运算放大器 (39)，它的信号输入端 (38) 被连接至输入电阻器 (36)，它的信号输出端 (41) 被连接至输出电阻器 (43)；
  - (d) 第一可编程电阻器电路 (48)，它被提供在运算放大器 (39)
  - 10 的信号输出端 (41) 和运算放大器的信号输入端 (38) 之间；
  - (e) 第二可编程电阻器电路 (51)，它被提供在输出电阻器 (43) 和回波消除滤波器 (14) 的一个信号输出端 (15) 之间；
  - (f) 第三可编程电阻器电路 (55)，它被提供在第一可编程电阻器电路 (48) 和回波消除滤波器 (14) 的信号输出端 (15) 之间；
  - 15 (g) 每个可编程电阻器电路 (48, 51, 55) 都具有多个电阻器 (65)，它们被并联地端接，并被连接至有关可控开关 (66) 的第一端子 (68)；
  - (h) 具有第二端子 (69) 的可控开关 (66)，被连接至电压摆动很小的虚拟参考电压端子。
2. 如权利要求 1 所述的可编程回波消除滤波器，其特征在于，可编程电阻器电路 (48, 51, 55) 的可控开关 (66)，每个都具有通过控制线
- 20 (19) 被连接至控制电路 (21) 的控制端子 (67)，用于设置可编程电阻器 (48, 51, 55) 的阻抗。
3. 如权利要求 2 所述的可编程回波消除滤波器，其特征在于，控制电路 (21) 是 DSP 处理器。
- 25 4. 如前述权利要求之一所述的可编程回波消除滤波器，其特征在于，控制开关 (66) 是具有可控栅端的 MOSFET 晶体管。
5. 如前述权利要求之一所述的可编程回波消除滤波器，其特征在于，提供有电容器 (58)，被连接至回波消除器滤波器 (14) 的低阻抗节点 (61)。
6. 如前述权利要求之一所述的可编程回波消除滤波器，其特征在于，
- 30 第一可编程电阻器电路 (48) 的可控开关 (66) 被连接至作为虚拟接地

端的运算放大器 (39) 的信号输入端 (38)。

7. 如前述权利要求之一所述的可编程回波消除滤波器, 其特征在于, 第二编程电阻器电路 (51) 的可控开关 (66) 和第三可编程电阻器电路 (55) 的可控开关 (66) 被连接至收发机 (1) 的自动增益控制电路运算放大器 (28) 的信号输入端 (27)。

8. 如前述权利要求之一所述的可编程回波消除滤波器, 其特征在于, 回波消除滤波器 (14) 以低电压供电。

9. 如前述权利要求之一中的可编程回波消除滤波器, 其特征在于, 回波消除滤波器 (14) 是全差动式结构。

10. 如前述权利要求之一所述的可编程回波消除滤波器, 其特征在于, 回波消除滤波器 (14) 是一阶模拟低通滤波器。

11. 如前述权利要求之一所述的可编程回波消除滤波器, 其特征在于, 回波消除滤波器 (14) 高阶模拟低通滤波器。

12. 如前述权利要求之一所述的可编程回波消除滤波器, 其特征在于, 回波消除滤波器 (14) 的信号输入端 (13) 被连接至用于传输信号的信号匹配的信号匹配电路 (11)。

13. 如前述权利要求之一所述的可编程回波消除滤波器, 其特征在于, 回波消除滤波器 (14) 的信号输入端 (15) 被连接至收发机 (1) 的接收信号路径中的自动增益控制电路。

14. 如前述权利要求之一所述的可编程回波消除滤波器, 其特征在于, 包含在编程电阻器电路 (48, 51, 55) 中的电阻器具有加权阻抗。

15. 如前述权利要求之一所述的可编程回波消除滤波器, 其特征在于, 利用控制电路 (21), 回波消除滤波器 (14) 的增益 ( $H_1$ ) 在低于第一截止频率 ( $f_u$ ) 的频率范围内是可调的, 回波消除滤波器 (14) 的增益 ( $H_2$ ) 在高于第二截止频率 ( $f_o$ ) 的频率范围内是可调的。

16. 如前述权利要求之一所述的可编程回波消除滤波器, 其特征在于, 回波消除滤波器 (14) 的两个截止频率 ( $f_u$ ,  $f_o$ ) 可用控制电路 (21) 调整。

17. 如权利要求 1 所述的用于 xDSL 信号的收发机, 它包含可编程回波消除滤波器 (14)。

## 可编程回波消除滤波器

5

### 技术领域

本发明涉及一种可编程回波消除滤波器，用于收发机回波信号的回波信号消除。

### 10 背景技术

在信号传输系统中，当传输信号从收发机向信号线发送时，常常会出现叠加在接收信号上的回波信号。在这种情况下，由于信号线的衰减，回波信号的幅度大大地高于接收信号的幅度。收发机含有回波消除滤波器，以便衰减或消除叠加在接收信号上的回波信号。

15 图 1 表示根据现有技术的收发机，它包含回波消除滤波器 EC。收发机所要发送的数据从数据源 DQ 被发送至数/模转换器 DAC，在这里，它们被转换为模拟传输信号，并在下游连接的模拟滤波器中被滤波。已滤波的传输数据经过信号线驱动器 LT 通往混合电路，它们从那里经过信号线被发送终端设备，例如用户调制解调器。

20 信号幅度显著高于终端设备 EG 所接收的信号幅度的回波信号被叠加在收发机的接收信号  $S_1$  上。在信号匹配电路中，叠加了回波信号的接收信号  $S_1$  被前置滤波，然后信号幅度与收发机匹配。回波信号  $S_2$  被馈送至信号匹配电路 B，它从那里通往回波消除滤波器 EC。回波消除滤波器 EC 模拟传输信号路径的频率响应。由回波消除滤波器 EC 滤波的回波信号在减法电路 SUB 中从叠加的接收信号中减去，结果，在理想的情况下，自动增益控制电路 AGC 接收到已经消除了回波信号的接收信号。

25 回波信号的强度取决于信号线的线阻抗，它随着线的长度和环境的影响而显著地波动。因此，每次在收发机和通过信号线连接的终端设备 EG 之间进行连接时，在所谓的训练阶段中，回波消除滤波器 EC 要重新动态地与现时的线阻抗相匹配。为此目的，回波消除回路由控制电路作

30

相应的设置。利用包含在回波消除滤波器 EC 中的可控开关完成这一点。

合并如图 1 所示的根据现有技术的收发机中回波消除滤波器 EC，包含带运算放大器的有源电路，收发机中的电压源  $U_V$  为它提供电压。为了使功率消耗最小，收发机的电源电压  $U_V$  越来越选得低。技术上规定所使用的收发机工作于小于 3.3V 的低电源电压。

包含在回波消除滤波器 EC 中的可控开关通常用可控的 MOS 晶体管来实现，晶体管的栅端由控制电路驱动。由于在 MOS 场效应晶体管的漏端和源端之间出现信号电压的摆动，在常用的回波消除滤波器中，会出现大量的信号失真，削弱了回波信号的消除。

## 发明内容

因此，本发明的目的是提供一种具有非常小的非线性信号失真的可编程回波消除滤波器。

为实现上述目的，本发明提供一种用于收发机回波信号消除的可编程回波消除滤波器，包括：

信号输入端，用于接收由收发机发送的传输信号；

输入电阻器，被连接至信号输入端；

运算放大器，它的信号输入端被连接至输入电阻器，它的信号输出端被连接至输出电阻器；

第一可编程电阻器电路，它被提供在运算放大器的信号输出端和运算放大器的信号输入端之间；

第二可编程电阻器电路，它被提供在输出电阻器和回波消除滤波器的信号输出端之间；

第三可编程电阻器电路，它被提供在第一可编程电阻器电路和回波消除滤波器的信号输出端之间；

每个可编程电阻器电路都具有多个电阻器，它们被并联地端接，并被连接至有关的可控开关的第一端子；

可控开关具有第二端子，被连接至电压摆动很小的虚拟参考电压端子。

因此，根据本发明，可控开关通过第二端子被连接至很小电压摆动

的参考电压端子，结果是可控开关上的非线性信号失真极小。

在这种情况下，虚拟参考电压端子是运算放大器的一个输入端子，它形成虚拟地。

在本发明的可编程回波消除滤波器中，每个可编程电阻器电路的可  
5 控开关最好都具有控制端子，它通过控制线连接到用来设置电阻器电路  
阻抗的控制电路。

控制电路最好是 DSP 处理器。

可控开关最好是 MOSFET 晶体管，它的可控栅端由控制电路驱动。

本发明的可编程回波消除滤波器最好有一个电容器，它被连接至可  
10 编程回波消除滤波器的相对低阻抗的线节点。

本发明可编程回波消除滤波器具有这样的优点：它只需要一个电容  
器用于产生所要求的滤波器转移函数。

第一可编程电阻器电路的可控开关最好被连接至作为虚拟参考电位  
端子的运算放大器的信号输入端。

15 第二可编程电阻器电路的可控开关和第三可编程电阻器电路的可控  
开关最好被连接至收发机自动增益控制电路的运算放大器的信号输入  
端。

本发明的回波消除滤波器最好以低电源电压供电。

在一个具体的优选实施例中，本发明的消除滤波器是全差动式结构。

20 在一个优选实施例中，本发明的回波消除滤波器被构成为一阶模拟  
低通滤波器。

本发明的回波消除滤波器最好被连接至用于传输信号匹配的信号匹  
配电路。

25 本发明的回波消除滤波器最好被连接至收发机接收信号路径中的自  
动增益控制的信号输入端。

包含在可编程电阻电路中的电阻器最好有互加权电阻。

在本发明的回波消除滤波器的一个优选实施例中，利用控制电路，  
回波消除滤波器的增益在低于第一截止频率的频率范围内是可调的，回  
波消除滤波器的增益在高于第二截止频率的范围内是可调的。

30 在这种情况下，回波消除滤波器的两个截止频率最好同样是控制电

路可调的。

#### 附图说明

本发明的可编程回波消除滤波器的优选实施例将参考附图加以描述，以便说明发明的最基本的特征。

在这些图中：

图 1 表示现有技术的带回波消除滤波器的收发机；

图 2 表示本发明的带全差动式回波消除滤波器的全差动式结构收发机；

图 3 表示本发明的可编程回波消除滤波器的优选实施例电路结构；

图 4 表示并入本发明的回波消除滤波器的可编程电阻器电路的电路结构；

图 5 表示本发明的可编程回波消除滤波器的频率分布。

#### 发明的具体实施方式

如从图 2 看到，收发机 1 包括数据源 2，用于将传输数据发送至数/模转换器 3，转换器将传输数据转换为模拟传输信号，并将它发送至模拟传输滤波器 4。已滤波的模拟传输信号被线驱动器 5 放大，并且通过混合电路 6 被发送至线端子 7a，7b。与线端子 7a，7b 相连接的是信号线，例如双线电话线，该信号线将传输信号发送至用户终端设备。混合电路将传输信号发送至用户端设备。混合电路包括两个电阻 8a，8b。在节点 9a，9b，从驱动电路 5 发送来的传输信号通过线 10a，10b 被分支至信号匹配电路 11，该匹配电路对信号进行前置滤波和信号幅度匹配。信号匹配电路 11 通过线 12a，12b，被连接至本发明可编程回波消除滤波器 14 的信号输入端 13a，13b。回波消除滤波器 14 最好是全差动式结构，它具有两个信号输出端 15a，15b，通过线 16a，16b，被连接至收发机 1 接收路径上的求和节点 15a，15b。另外，本发明可编程回波消除滤波器 14 具有控制输入端 18，通过控制线 19，被连接至控制电路 21 的输出端 20。

控制电路 21 最好是数字信号处理器。DSP 信号处理器 21 通过控制线 19 对本发明的回波消除滤波器 14 进行设置。

通过端子 7a, 7b 来的接收信号与通过信号线 22a, 22b 发生的回波信号一起被馈送至另一个的信号匹配电路 23。信号匹配电路 23 对进来的信号进行前置滤波, 并完成信号幅度匹配。在输出侧, 信号匹配电路 23 通过线 24a, 24b 被连接至信号自动增益控制电路 AGC 的输入电阻器 25a, 25b。电阻器 25a, 25b 通过线 26a, 26b 被连接至运算放大器 28 的信号输入端 27a, 27b。运算放大器 28 具有两个信号输出端 29a, 29b, 它们通过线 30a, 30b, 被连接至滤波器 31。滤波器 31 的下游连接的是模/数转换器电路 32, 该电路将已滤波的接收信号转换为数字的接收信号, 并且把它发送至收发机 1 的数据接收装置 33。运算放大器 28 的信号输出端 29a 通过反馈电阻器 34a, 被连接至运算放大器 28 的非反相信号输入端 27a。运算放大器 28 的第二个信号输出端 29b 通过反馈电阻器 34b 被连接至运算放大器 28 的反相信号输入端 27b。

图 3 表示本发明的可编程回波消除滤波器 14 的一个具体的优选实施例。在图 3 所描述的实施例中, 回波消除滤波器 14 是一种全差动式结构。回波消除滤波器 14 具有信号输入端 13a, 13b, 用于接收由发送机 1 发送来的已匹配的传输信号。信号输入端 13a, 13b 通过线 35a, 35b 被连接至输入电阻器 36a, 36b, 并通过线 37a, 37b 被连接至全差动式结构运算放大器 39 的两个信号输入端 38a, 38b。全差动式放大器 39 具有两个电源电压端子 40a, 40b, 由收发机 1 的电源电压  $U_V$  提供。运算放大器 39 具有两个信号输出端 41a, 41b, 这两个输出端通过线 42a, 42b, 被连接至运算放大器 39 的输出电阻器 43a, 43b。在节点 44a, 44b 上, 运算放大器 39 的信号输出端 41a, 41b 通过线 45a, 45b, 被连接至节点 46a, 46b, 节点 46a, 46b 通过线 47a, 47b 被连接至第一可编程电阻器电路 48a, 48b。

第一可编程电阻器电路 48a, 48b 通过线 49a, 49b 被连接全差动式结构运算放大器 39 的信号输入端 38a, 38b。每个电阻器电路 48a, 48b 包括多个与可控开关相联系的并联电阻器, 这些可控开关被连接至回波消除滤波器 14 的控制输入端, 并且由 DSP 处理器 21 控制。

运算放大器 39 的输出电阻器 43a, 43b 通过线 50a, 50b 被连接至第二可编程电阻器电路 51a, 51b。电阻器电路 51a, 51b 同样包括一些与可控开关相联系的并联电阻器, 这些可控开关被连接至回波消除滤波器 14

的控制端子 18。第二可编程电阻器电路 51a, 51b 通过线 52a, 52b 被连接至节点 53a, 53b, 这些节点通过线 54a, 54b 被连接至回波消除滤波器 14 的信号输出端 15a, 15b。

回波消除滤波器 14 还包括第三可编程电阻器电路 55a, 55b。可编程电阻器电路 55a, 55b 通过线 56a, 56b 被连接至节点 46a, 46b, 并且通过线 57a, 57b 被连接至节点 53a, 53b。

回波消除滤波器 14 还具有一个电容器 58, 在图 3 所示的实施例中, 该电容器是通过端子 59a, 59b 外接至回波消除滤波器 14 的。电容器端子 59a, 59b 通过线 60a, 60b 被连接至节点 61a, 61b, 这些节点位于运算放大器 39 的输出电阻器 43a, 43b 和第二可编程电阻器电路 51a, 51b 之间。电容器 58 最好使用 SMD 工艺 (SMD: 表面装配装置) 装配到收发机 1 的电路板上。电容器 58 被连接至回波消除滤波器 14 相对低阻抗的信号节点 61a, 61b, 而不是被连接至高阻抗的虚拟参考的电位端子。电容器 58 有可能通过电容端子 59a, 59b 从外部连接, 而不会减弱回波消除滤波器 14 的电磁兼容性 (EMC)。电容器 58 按 SMD 电容器来实现, 意味着电容器 58 具有小的芯片面积。举例来说, 可给出高至 10nF 电容量的电容器 58 的面积约为 2 至 3mm<sup>2</sup>。在另一个实施例中, 电容器 58 被内部集成在回波消除滤波器 14 中。如果是这样, 面积需要量就比较大, 对于约 10nF 电容量, 其面积约在 10mm<sup>2</sup> 之上。

图 4 表示可编程电阻器电路 62 的电路结构, 它与图 3 所表示的本发明的回波消除滤波器 14 中包括的电阻器电阻 48a, 48b, 51a, 51b, 55a, 55b 的结构是相同的。

图 4 所表示的可编程电阻器电路 62, 具有第一端子 63 和第二端子 64。N 个电阻器 65—1 至 65—n 被并行地连接至第一端子 63。有关的可控开关 66 分别与电阻器 65 相串联。可控开关 66 最好是可控制的 MOSFET 晶体管。每个可控开关具有一个控制端子 67, 该端子被连接至回波消除滤波器 14 的控制输入端 18。可控开关 66 在 DSP 处理器 21 的控制下被开关。每个可控开关 66 具有第一端子 68, 它被连接至电阻器 65, 以及第二端子 69, 该端子被连接至端子 64。在此情况下, 包含在回波消除滤波器 14 的所有可编程电阻器电路 62 的端子 64 被连接至电压摆动低的虚

拟参考电压端子，结果，发生在可控开关 66 上的信号失真是极小的。

如从图 3 所看到的，第一可编程电阻器电路 48a, 48b 的可控开关 66 被连接至运算放大器 39 的虚拟信号输入端 38a, 38b。

如图 2 和图 3 可看到的，第二可编程电阻器电路 51a、51b 的可控开关 66 和第三可编程电阻器电路 55a、55b 的可控开关 66 通过回波消除滤波器 14 的信号输出端 15a, 15b 以及通过线 16a, 16b 被连接至收发机 1 的自动增益控制电路运算放大器 28 的信号输入端 27a、27b。运算放大器 39、28 的信号输入端处于很高的阻抗，并且具有几乎为零的电压摆动，因为它们形成一个虚拟“地”。

图 3 所表示的运算放大器 39 形成有源输入级，用于回波消除滤波器的阻抗去耦，这种耦合来自连接在上游的信号匹配电路 11。由于阻抗去耦，在 DSP 处理器中执行的，并在收发机 1 的训练阶段实现连接之后用来进行开关位置动态匹配所要求的算法，是相对简单的。根据本发明的回波消除滤波器 14，由于放大输入级的存在而具有恒定的输入阻抗。

在图 3 中表示的本发明的回波消除滤波器 14，只要求一个有源放大级，所以只有很小数量的有源电路元件。因此，本发明的回波消除滤波器 14 的功率消耗很小，更为重要的是本发明的回波消除滤波器 14 的噪声功率很低。在一个优选实施例中，回波消除滤波器 14 的运算放大器 39 通过电源电压端子 40a, 40b 被提供以只不过 3.3V 的低电压。在优选实施例中，在频带 1.1MHz 的情况下，回波消除滤波器 14 的噪声较好的是低于 -148dBm/HZ，功率消耗仅是 25mW。TDH（总谐波失真）小于 -85dB。

在图 3 中表示本发明的回波消除滤波器 14 所要求的面积只不过  $0.33\text{mm}^2$ （例如在  $0.65\mu$  的制造工艺的情况下），所以是很小的。

本发明的回波消除滤波器 14 的转移函数可由 DSP 处理器 21 以简单的方式调整。回波消除滤波器 14 最好是一阶低通滤波器。在这种情况下，回波消除滤波器的增益可由 DSP 处理器分别调整，即在第一截止频率以下的频率范围内和第二截止频率以上的频率范围内分别调整。在这种情况下，回波消除滤波器的两个截止频率同样可由 DSP 处理器 21 调整。

图 5 表示本发明的回波消除滤波器 14 的频率响应。回波消除滤波器 14 的可调增益等于  $H_1$  至下截止频率  $f_u$  的范围内，回波消除滤波器 14 的

可调增益等于  $H_2$  至上截止频率  $f_o$  以上的范围内。在下截止频率  $f_u$  和上截止频率  $f_o$  之间的过滤频率范围内，增益每十倍频减小比如 20dB。DSP 处理器 21 通过驱动包含在电阻器电路中的可控开关，调整回波消除滤波器 14 的增益  $H_1$  以及两个截止频率  $f_u$ ,  $f_o$ 。

5 在图 3 中表示的回波消除滤波器 14 的转移函数如下：

$$H(\omega) = K \cdot \frac{1 + j\omega C_{58} \frac{R_{43} \cdot R_{51}}{R_{55} + R_{43} + R_{51}}}{1 + j\omega C_{58} \frac{R_{43} \cdot R_{51}}{R_{43} + R_{51}}} \quad (1)$$

10

这里增益  $K$  是：

$$K = \frac{R_{48}}{R_{36}} \cdot \frac{R_{25}}{R_{55}} \left( 1 + \frac{R_{55}}{R_{43} + R_{51}} \right) \quad (2)$$

15

这三个可编程电阻器电路 48, 51, 55 的阻抗  $R_{48}$ ,  $R_{51}$ ,  $R_{55}$  可以由 DSP 处理器 21 调整或编程，目的是设置增益、上截止频率  $f_o$  和下截止频率  $f_u$ 。

20 输入电阻器 36 和输出电阻器 43 的阻抗  $R_{36}$  和  $R_{43}$  是常数，就像自动增益控制电路输入电阻器的阻抗  $R_{25}$  一样。电容器 58 的容抗  $C_{58}$  也是预定的固定值。

通过对电阻器电阻 48, 51, 55 的编程或设置，DSP 控制器 21 也能根据被发送的传输信号和在信号线上发生的阻抗变化，改变回波消除滤波器 14 的频率响应，如在图 5 中所表示的。由于可编程电阻器电路 48, 51, 55 所包含的可控开关 66 上的电压摆动极小，所以在这种情况下出现的线性信号失真也变为极小，其结果是回波消除信号 14 完全消除出现的回波信号。根据本发明的回波消除滤波器 14，只需要一个电容器 58，而且，利用 SMD 工艺，可以用节省面积的方式从外部装配电容器 58。根据本发明的回波消除滤波器 14，只包含一个用于阻抗去耦的有源放大级 39，结果，本发明的回波消除滤波器 14 的功率消耗低，回波消除滤波器

25

30

14 本身的噪声功率也很低。在 DSP 处理器 21 内对回波消除滤波器 14 编程所要求的算法是相对简单的，结果是 DSP 处理器 21 所用的电路系统的费用同样降低。

本发明的回波消除滤波器 14 特别适合应用于 xDSL 信号的收发机。

# 说明书附图

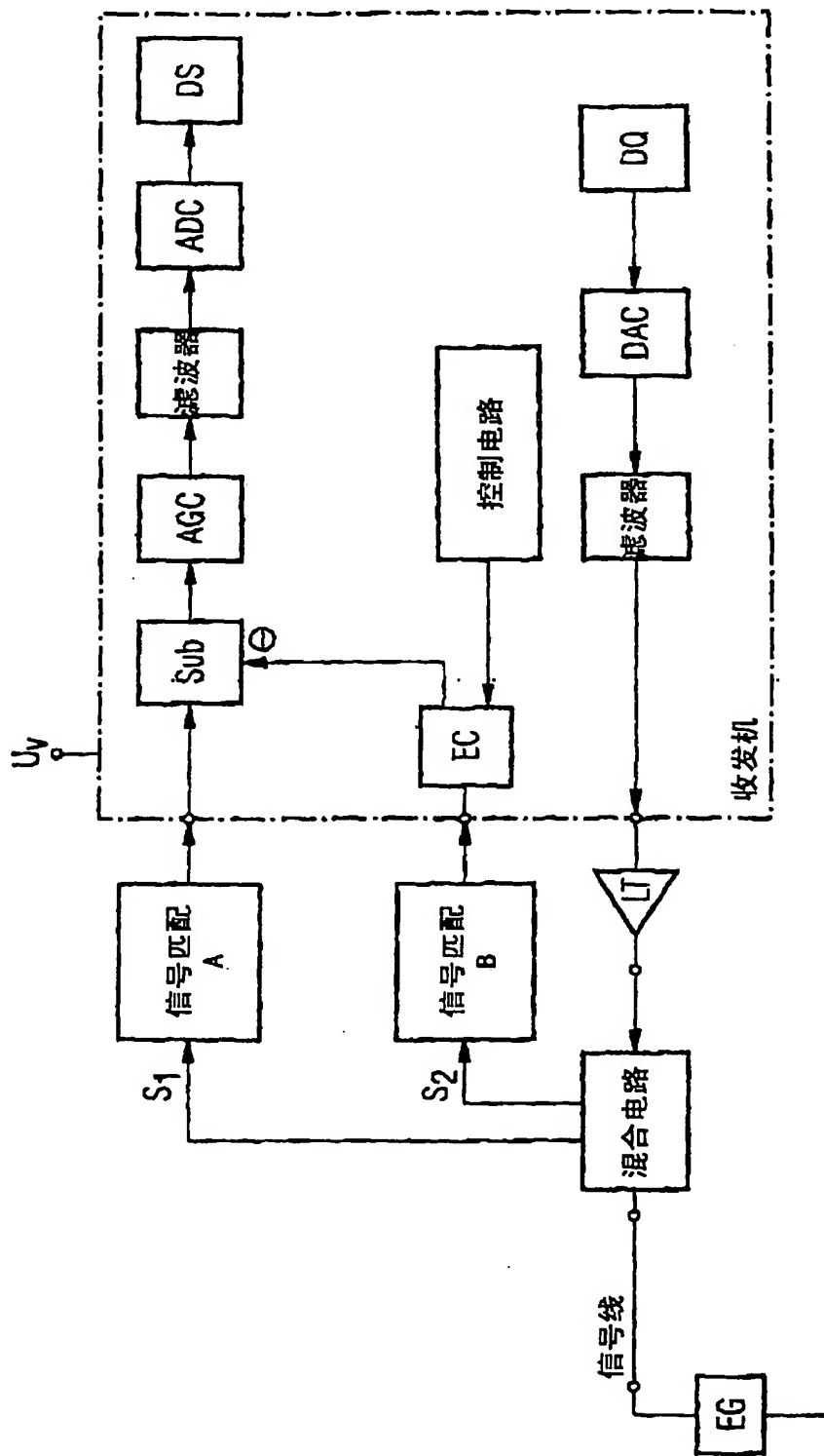


图 1

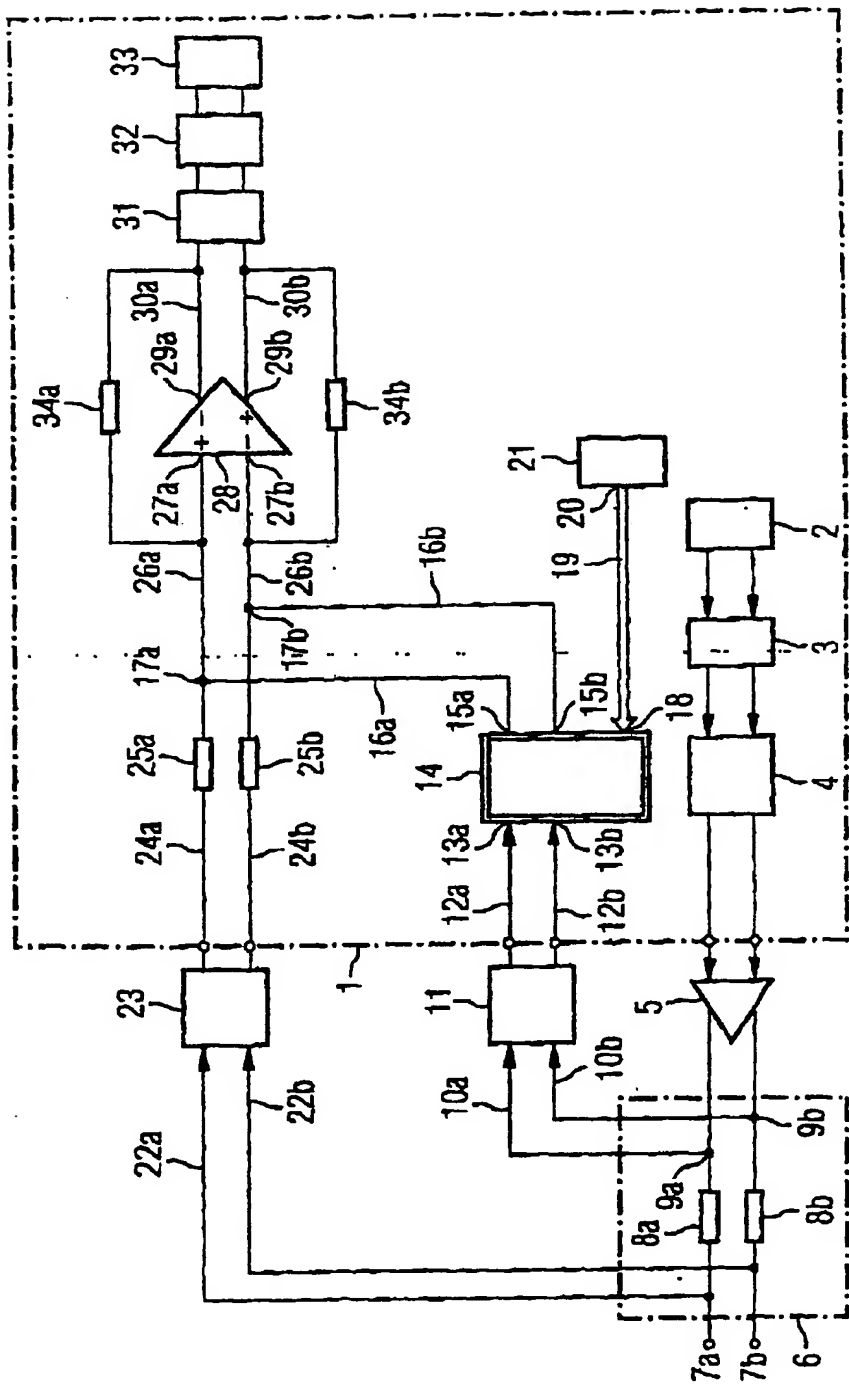


图 2

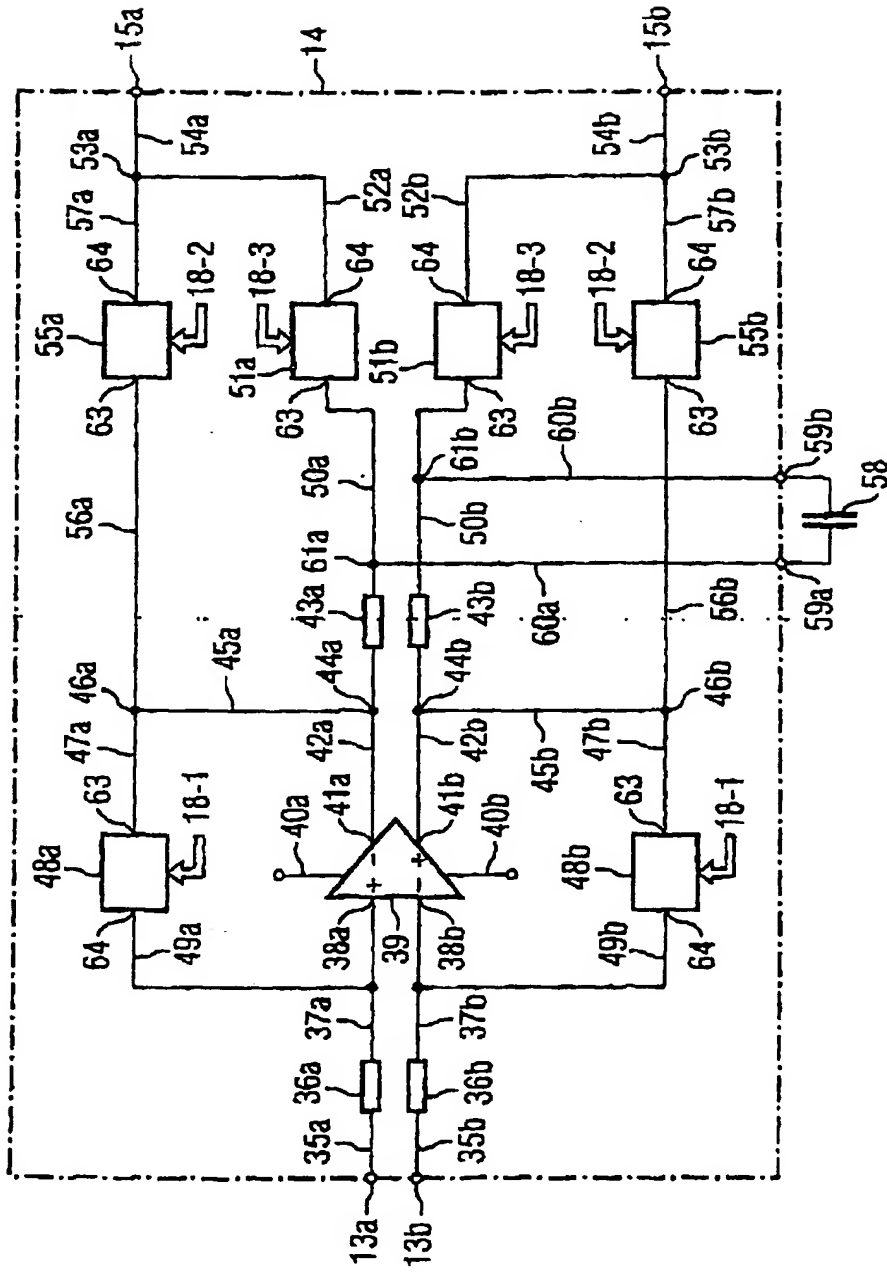


图 3

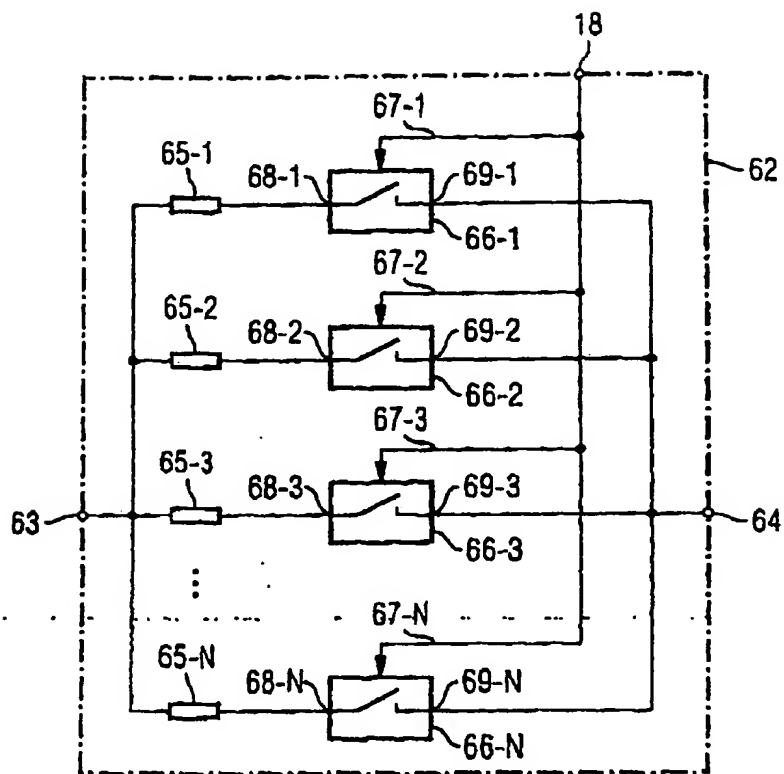


图 4

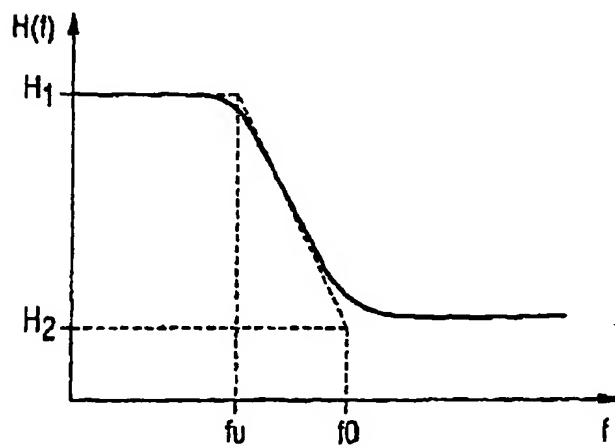


图 5